

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-316562

(43) 公開日 平成9年(1997)12月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 B 15/00	1 0 2		C 2 2 B 15/00	1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-133922

(22) 出願日 平成8年(1996)5月28日

(71) 出願人 397027134

日鉱金属株式会社

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72) 発明者 藤井 孝悦

大分県北海部郡佐賀関町大字関3の3382番地  
日鉱金属株式会社佐賀関製錬所内

(72) 発明者 赤木 進

大分県北海部郡佐賀関町大字関3の3382番地  
日鉱金属株式会社佐賀関製錬所内

(72) 発明者 安田 豊

大分県北海部郡佐賀関町大字関3の3382番地  
日鉱金属株式会社佐賀関製錬所内

(74) 代理人 弁理士 村井 卓雄

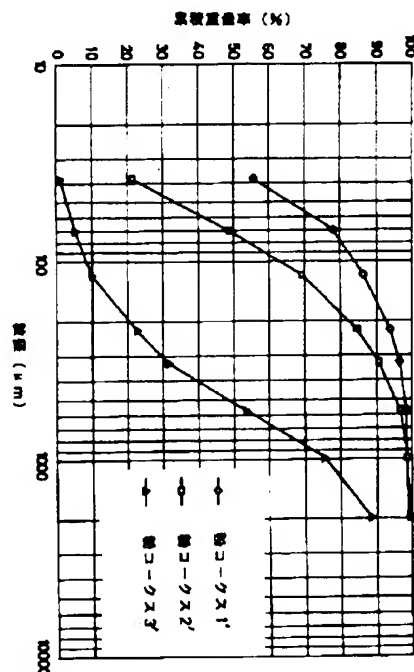
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅の乾式製錬法

(57) 【要約】

【課題】 銅の乾式製錬に使用する自溶炉を高負荷状態で操業する場合においても、自溶炉、特に反応塔への熱負荷を増加させることなく炭材を自溶炉に装入することにより、良好な操業状態を維持する。

【解決手段】 自溶炉に添加する炭材の少なくとも一部を炉内酸素による燃焼を防ぎ、かつ反応塔2からの落下物により捕捉せしセッラー4内のスラグ中に侵入するように炉内酸素分圧の低い自溶炉反応塔下部から吹込み管3により吹き込む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自溶炉に炭材を添加して銅を乾式製錬する方法において、前記炭材の少なくとも一部を炉内酸素による燃焼を防ぎ、かつ反応塔からの落下物により捕捉させセッター内のスラグ中に侵入するように炉内酸素分圧の低い自溶炉反応塔下部に吹き込むことを特徴とする銅の乾式製錬法。

【請求項2】 前記炭材を100 $\mu$ mアンダーの粒度が65%以上でかつ44 $\mu$ mアンダーの粒度が30%以上である粒度とする請求項1記載の銅の乾式製錬法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は銅の乾式製錬法に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、炭材の添加方法を改良した銅の乾式製錬法に係るもので、本出願人の特願平7-331003号（以下「先願」と言う）の発明を改良したものである。

## 【0002】

【従来の技術】銅製錬操作においては、装入原料中の鉄の一部が過酸化物質であるマグネタイト（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）まで酸化される。この $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の生成量が多くなると、炉底や炉壁への $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の析出が過剰になり炉内容積を減少させ、さらにはスラグやマットのタップホールを埋めてタップ操作を困難とし、加えてスラグとマットの分離を阻害したり、スラグの粘性を高くしてスラグ中の銅品位を上昇させる。このため銅の自溶炉製錬においては、上述の過剰な $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を還元して操作を安定化させるとともに排出スラグ中の含銅品位を低下させかつ燃料費の低減を図るために銅精鉱および重油とともに粉コークスまたは粉コークスと微粉炭を自溶炉の反応塔に吹き込むことが公知である（特開昭58-221241号公報）。

【0003】一般に、自溶炉を用いた銅製錬操作では、自溶炉反応塔において熱補償用の補助燃料として重油、粉コークス、微粉炭などを鉱石とともに吹き込み燃焼させている。この熱補償の目的に加えて、先願の発明では粉コークスや微粉炭の一部を反応塔で燃焼させずに反応塔下の溶体上を覆うほど添加するか、もしくはこれらの炭材の粒度を細かくすることによって反応塔下の溶体中に侵入させることによって $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を還元する目的で自溶炉の反応塔で粉コークスや微粉炭などの固体の炭材を装入している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】炭材を添加して自溶炉で行なう銅の乾式製錬法において、自溶炉への送風の酸素濃度を高めることにより鉱石装入速度を増加させたり、自溶炉での操作を維持するための燃料の主体である原料中のS品位の高い鉱石を処理することがある。これらの場合には、自溶炉への熱負荷が大きくなり、特に反応塔への熱負荷が増大してくるため、熱補償用の補助燃

料は少なくなるかあるいは不要となる。このため、上記のような条件で自溶炉を操作する場合には反応塔で添加できる粉コークスや微粉炭の量も制限され、過剰に生成した $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の還元に寄与する炭材量が減ってスラグ中の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ は増加してくる。この $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 量が多くなってくると上述のように操作上のトラブルやスラグ中に損失する銅量を増加させるなど種々のトラブルを引き起こす。

【0005】したがって、本発明は自溶炉を高負荷状態で操作する場合においても、自溶炉、特に反応塔への熱負荷を増加させることなく炭材を自溶炉に装入することにより、良好な操作状態を維持できる銅の乾式製錬方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明に係る方法は、自溶炉に炭材を添加して銅を乾式製錬する方法において、前記炭材の少なくとも一部を炉内酸素での燃焼を防ぎ、かつ反応塔からの落下物により捕捉させセッター内のスラグ中に侵入するように酸素分圧の低い自溶炉の反応塔下部に吹き込むことを特徴とする銅の乾式製錬法であり、より好ましくは、前記炭材を100 $\mu$ mアンダーの粒度が65%以上でかつ44 $\mu$ mアンダーの粒度が30%以上とする銅の乾式製錬法である。

【0007】以下、本発明を詳しく説明する。先願の方法においては、100 $\mu$ mアンダーの粒度が65%以上でかつ100 $\mu$ mから44 $\mu$ mの粒度が25%以上である粒度を有しかつ固定炭含有率が80%以上の炭材を自溶炉の反応塔頂部から予め銅精鉱などの主装入物に添加混合して精鉱バーナーから装入するか、あるいは専用バーナーから装入する銅の乾式製錬方法である。この方法では、装入された炭材が40～80%が反応塔で燃焼するものの、燃焼しなかった炭材はその粒径が小さく、これらの微細な未燃の炭材粒子は反応塔から同時に落下してくる溶融した銅精鉱粒子に衝突し捕捉され、そのまま反応塔下部のスラグ浴面に侵入し、次に浮上してくるまでの間に炭材と $\text{Fe}_3\text{O}_4$ との接触還元が起こり、この接触還元を積極的に起こさせることによって、スラグ浴面に未燃の炭材が浮遊、滞留し過剰還元を起こしたり、排熱ボイラーに飛散してアフターバーンするなどのトラブルを招くことなく有効に $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を還元することができる。

【0008】しかし、この方法においては炭材を自溶炉の反応塔頂部から装入するため、装入された炭材の40～80%は反応塔で燃焼し、熱補償のための補助燃料として寄与しているため、銅精鉱の装入速度の上昇などにより必要な補助燃料の量が減少した場合には、反応塔頂部から装入する炭材の量も減少せざるを得ず、従って反応塔下部での $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 還元量が減少してスラグ中の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ が増加し、種々のトラブルを招くことになる。

【0009】上述の粉コークスの反応塔内での燃焼について考察した結果を説明する。反応塔で添加された炭材の燃焼速度は反応塔内の雰囲気酸素分圧、粒子温度、ガス流速等に影響される。これら要因の反応塔内における変化を計算モデル（自溶炉モデル）により予測した例を図1に示すが、反応塔内の酸素分圧は炭材とともに装入される自然性の銅精鉱の量が圧倒的に多いためこの燃焼により支配され反応塔下部に向かって急激に低下するこ

とが分かる。なお、図中 $PO_2$ は酸素分圧、 $U_p/U_g$ はそれぞれ粒子/ガス流速（ $m/sec$ ）、 $T_p$ は粒子温度（ $K$ ）、 $t_p$ は粒子落下時間（ $sec$ ）である。そこで図2に示す3種類の粒度分布の粉コークスについて反応塔内における燃焼挙動につき検討した。図2において各粉コークスの粒度分布は次のとおりである。

【0010】

【表1】

	100 $\mu m$ アンダー	100 $\mu m \sim 44\mu m$
粉コークス1	78%	63%
粉コークス2	49%	41%
粉コークス3	7%	5%

【0011】図2に示す3種の粒度分布の異なる粉コークスの反応塔内における燃焼率を図1に示した各種要因の挙動をベースに次式で予測した結果を表2に示す。燃焼後の炭材粒子の粒径は次式で計算できる。

$$r = r_0 - (Mc/\rho c) \times kt \times C(O_2) \times \theta$$

$r$  : 炭材粒子の燃焼後半径 (m)

$r_0$  : 炭材粒子の初期半径 (m)

$Mc$  : 炭素の分子量 0.012  $kg/mol$

$\rho c$  : 炭材粒子の密度 1.000  $kg/m^3$

$kt$  : 総括反応速度定数 ( $m/hr$ )

$C(O_2)$  : 酸素濃度 ( $mol/Nm^3$ )

$\theta$  : 反応時間 (hr)

総括反応速度定数 ( $kt$ ) は製錬化学工学演習 (鞭巖編

著、昭和49年1月15日、養賢堂発行、第1版) 第25～31頁、特に28～31頁の計算方法により求めた。この計算方法は焼結過程における炭素粒子の燃焼速度を推算するためのものであり、単一炭素粒子、灰分層による最初の外径保持、灰分層内の拡散抵抗無視可能（すなわち、ガス境界内拡散抵抗と化学反応抵抗のみを考える）仮定を措いているが、これらの仮定は自溶炉内における炭素粒子燃焼推算においても実際に妥当であると考えられる。なお粒径 ( $r$ ) の式は前掲製錬化学工学演習第30頁による。

【0012】

【表2】

反応塔内における粉コークスの燃焼率予測結果 (単位: %)

	反応塔内における燃焼率	
	計算値	測定値
粉コークス1	74	55～80
粉コークス2	59	40～67
粉コークス3	17	10～30

【0013】表2には反応塔側壁の最下端部に設置したサンプリング用孔から採取した反応塔内落下物の炭素分析値から求めた燃焼率測定値と計算値とを併せて示しているが両者とも良く一致しており、これより添加粉コークスの粒度分布が粗い程燃焼率は低くなり未燃分が多くなることが分かった。このようにモデルによる計算値と測定値は良く一致していたので、次に計算モデルにより、反応塔内で未燃となり炉内に残るコークスの粒度分布について考察した。

【0014】図1に示す自溶炉の反応塔内における酸素分圧の変化を計算モデルにより予測した結果、反応塔内の酸素分圧は頂部から2m程度までは変化も小さく、酸素分圧も高いため、炭材を反応塔頂部から装入する限り、反応塔内での炭材の燃焼を防止することはできないが、逆に反応塔の下部では酸素分圧は急激に低下していること、さらに反応塔内で燃焼しなかった粒径の小さい炭材は反応塔内を落下している溶融した銅精鉱粒子に衝突して捕捉されて反応塔下部のスラグ浴面に侵入し、ス

ラグ中の $Fe_3O_4$ を還元していることに着目して本発明に到達した。

【0015】即ち、酸素分圧の極く低い反応塔下部で溶融した銅精鉱粒子が落下しているゾーンに炭材を吹き込めば反応塔での炭材の燃焼を防止しでき、かつ溶融した銅精鉱粒子に捕捉させて反応塔下部のスラグ浴面に侵入させ、炭材のほとんどすべてをスラグ中の $Fe_3O_4$ の還元で寄与させることが可能になるため、炭材の添加量を減少させてもスラグ中の $Fe_3O_4$ の過剰生成を防止して自溶炉を操作することが可能となる。

【0016】図4は本発明方法を実施するための自溶炉の反応塔下部に挿入された炭材吹込管の位置を示した説明図である。図において、自溶炉の反応塔2の下部のセッターコーナー部の天井に設けられた孔から、吹込管3が反応塔下の溶融した銅精鉱粒子が落下しているゾーンに向くように挿入され、炭材はガスによって吹き込まれる。ガスは実質的に、炭材を燃焼させずかつ反応塔内で燃焼をもたらさないことが必要であり、好ましくは、

窒素ガスなどの非酸化性ガスを吹き込み用の気体とする。

【0017】炭材の吹き込み位置は、原理的には酸素分圧が低くなっている反応塔下部の側面でも良いので、吹込管先端と反応塔下部側壁内面と一致させるように配設された吹込管から炭材を吹込んで良い。しかしながら、反応塔の内壁は1,200℃以上の高温であり、かつ炉壁に付着した溶融した鉍粒子が炉壁を流下して反応塔の側壁にあけた孔を閉塞させるため、長時間に亘って炭材の吹き込みができないので、反応管は、先端が反応塔内に突入させる配置法が好ましい。

【0018】また、炭材を吹き込む孔は数を多くしてなるべく分散して吹き込む方が有利であり、反応塔の円周方向で均等に配置することも考えられる。しかし、自溶炉内では反応塔2の上部から下部に向かい、さらにセトラ4からアップテイク5に向うガス流れがある。このため、反応塔2のアップテイク5側から炭材を吹き込んだ場合には自溶炉内のガス流れに逆らうことになり、炭材の溶融銅精鉍粒子による捕捉を妨げる恐れがある。図4に示した吹込管3の位置は反応塔2の直下から外れており、かつセトラ天井から吹込管3を挿入しているため、上記の問題は生じない。図4では吹き込み位置は2カ所であるが、上記の問題を回避できるならば吹き込み位置あるいは数を限定するものではない。

【0019】炭材の組成については、反応塔頂部から装入される補助燃料の量を、自溶炉の熱バランス上、減らす必要がない場合には特に限定する必要はない。しかし、自溶炉への鉍石装入速度を増加させるなどにより補助燃料の量が制限されあるいは全く使用しない場合には、還元に必要な固定炭素分が高く、揮発して燃焼し還元には寄与しない揮発分の低い炭材が好ましい。

【0020】次に炭材の粒度についてであるが、炭材を反応塔下に吹き込む場合にも、反応塔内を落下している溶融した銅精鉍粒子に捕捉させてスラグ層中に侵入させて効率的な $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の還元を行う必要がある。炭材の粒径が大きい場合にはスラグ層上に浮上、滞留して炉内に強力な還元雰囲気を形成し、炉耐火物コーティングを消滅させ耐火物を溶損するなどのトラブルを招くため好ましくない。本発明者等が先願で考案したように上記のトラブルを招くことなく有効に $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を還元できる炭材の反応塔下部での未燃の炭材の粒度分布予測結果を図5に示す。この結果より、反応塔下部で吹き込む炭材の粒度は100 $\mu\text{m}$ アンダーの粒度が65%以上でかつ44 $\mu\text{m}$ アンダーの粒度が30%以上を有し、好ましくは100 $\mu\text{m}$ アンダーの粒度が80%以上でかつ44 $\mu\text{m}$ アンダーの粒度が50%以上である。

【0021】

【作用】反応塔下の溶融した銅精鉍粒子が落下しているゾーンに吹き込まれた図5に示した如き粒度分布を持つ炭材粒子は溶融した銅精鉍粒子と衝突、捕捉され、反応

塔下のスラグ層中に侵入し、炭材がスラグ浴面に浮上する間における接触還元により $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を効率的に還元できる。

【0022】反応塔下での炭材の吹き込みはセトラの上流側から反応塔下へ向かって行うため、ガス相中で溶融した銅精鉍粒子に捕捉されなかった場合でも、炭材はスラグ層上に落下、浮上し、反応塔下を移動する間に反応塔から落下してくる銅精鉍粒子によりスラグ層中に侵入することが可能であり、吹き込まれた炭材はそのほとんどすべてが $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の還元に寄与することができる。

【0023】これにより、炭材を自溶炉の反応塔頂部から予め銅精鉍などの主装入物に添加混合して精鉍バーナーから装入し、反応塔で燃焼せずに反応塔下部のスラグ層に侵入した未燃の炭材による $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の還元効果と同様の効果を得ることができる。以下、実施例により本発明をさらに詳しく説明する。

【0024】

【実施例】鉍石および溶剤などの主装入物の装入速度65t/h、原料中のS品位の上昇により補助燃料として必要な炭材量が240kg/hで操業している自溶炉において、図6に炭材Aで示す粒度分布を持つ固定炭素含有率93%の炭材を図4に示した反応塔下のセトラコーナー部の吹込管2本からそれぞれ120kg/h、合計240kg/hの炭材添加量で吹き込み用の気体として窒素ガスを用いて反応塔下部に向けて吹き込んだ。この時、自溶炉での装入鉍石量に対する炭材の重量添加率としては0.37%に相当する。

【0025】試験操業の結果、還元効果を示す指標であるスラグ中の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 含有率は3~6%で十分な還元力が得られており、スラグ中の銅ロスは0.6%、炉内観察の結果セトラ内の浴面上に浮遊している未燃の炭材の存在は殆ど認められず、操業の良否を示す指標であるボイラーでの炭材のアフターバーントラブルも全く発生しなかった。

【0026】比較のために鉍石および溶剤などの主装入物の装入速度65t/h、原料中のS品位の上昇により補助燃料として必要な炭材量が240kg/hで操業している自溶炉において、図6に炭材Bで示す粒度分布を持つ固定炭素含有率82%の炭材を重量添加率0.4%で予め主装入物に添加混合し、精鉍バーナーを介して自溶炉反応塔に装入した。炭材の装入量としては260kg/hである。その結果、スラグ中の含有率は8~10%に上昇し、スラグ中の銅ロスも0.65~0.75%に上昇した。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、特許請求の範囲に記載した方法で自溶炉反応塔下部において炭材を添加することにより、自溶炉への炭材添加量は自溶炉反応塔頂部から添加する場合に比較して大幅に削減でき、自溶炉

を高負荷状態で操作する場合においても、自溶炉、特に反応塔への熱負荷を増加させることなくスラグ中の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の過剰生成を防止し、自溶炉での良好な操作状態を維持できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】各要因の反応塔内における変化を計算モデルにより予測した例を示すグラフである。

【図2】燃焼率予測を行った粉コークスの粒度分布を示すグラフである。

【図3】反応塔最下端部における未燃コークスの粒度分布を示すグラフである。

【図4】実施例で使用した自溶炉の説明図である。

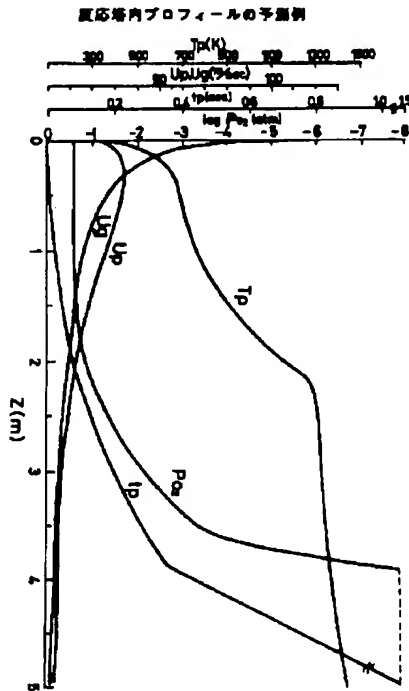
【図5】反応塔最下端部における未燃炭材の粒度分布予測結果を示すグラフである。

【図6】実施例で使用した炭材の粒度分布を示すグラフである。

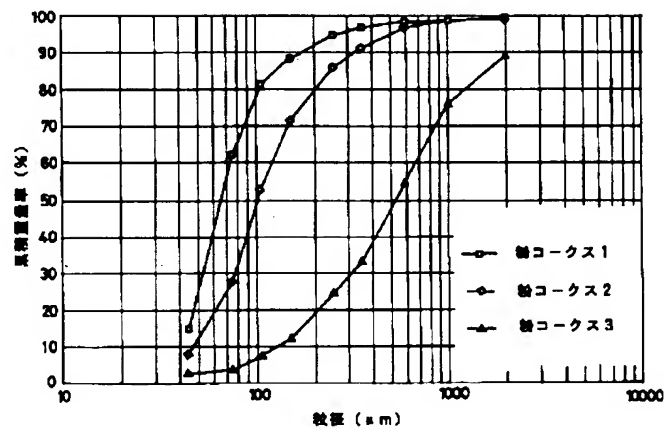
【符号の説明】

- 1 精鉱バーナー
- 2 反応塔
- 3 吹込管
- 4 セットラー
- 5 アップテイク
- 6 スラグ
- 7 マット

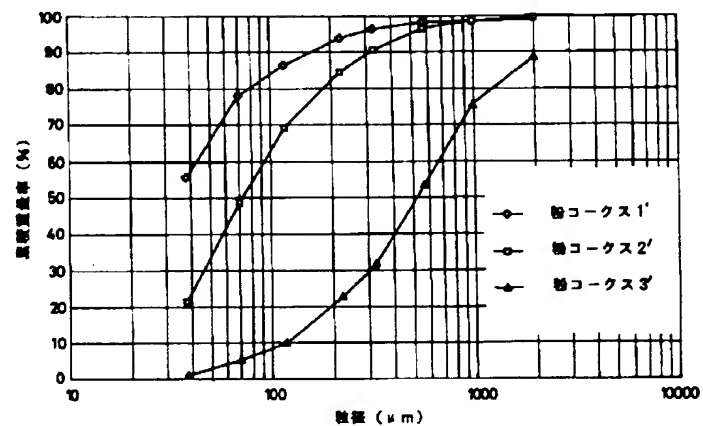
【図1】



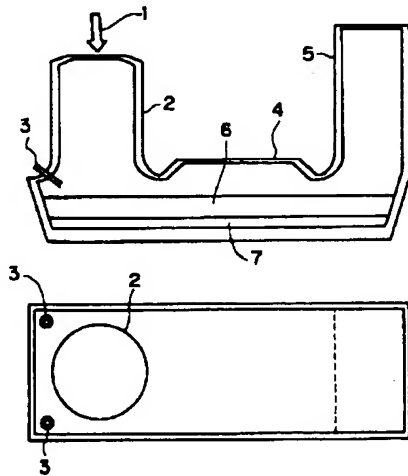
【図2】



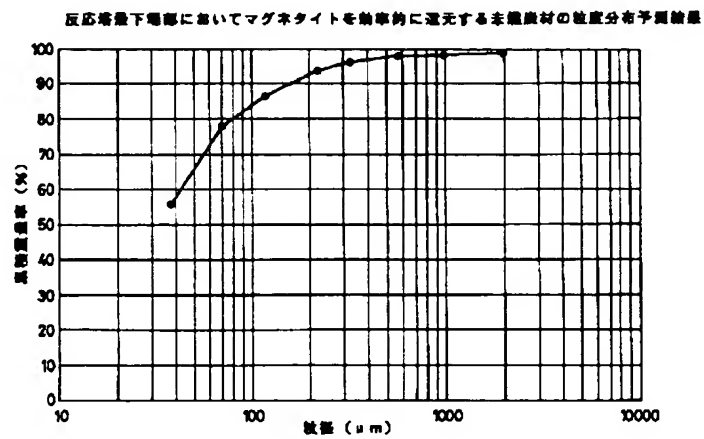
【図3】



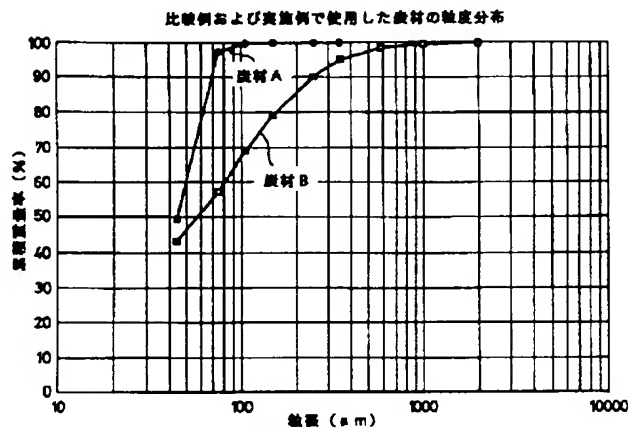
【図4】



【図5】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成8年11月20日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】以下、本発明を詳しく説明する。先願の方法においては、100μmアンダーの粒度が65%以上で且つ100μmから44μmの粒度が25%以上である粒度を有しかつ固定炭素含有率が80%以上の炭材を自溶炉の反応塔頂部から予め銅精鉱などの主装入物に添加混合して精鉱バーナーから装入するか、あるいは専用バーナーから装入する銅の乾式製錬方法である。この方

法では、装入された炭材の40～80%が反応塔で燃焼するものの、燃焼しなかった炭材はその粒径が小さく、これらの微細な未燃の炭材粒子は反応塔から同時に落下してくる溶融した銅精鉱粒子に衝突し捕捉され、そのまま反応塔下部のスラグ浴面に侵入し、次に浮上してくるまでの間に炭材と $\text{Fe}_3\text{O}_4$ との接触還元が起こり、この接触還元を積極的に起こさせることによって、スラグ浴面に未燃の炭材が浮遊、滞留し過剰還元を起こしたり、排熱ボイラーに飛散してアフターバーンするなどのトラブルを招くことなく有効に $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を還元することができる。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】即ち、酸素分圧の極く低い反応塔下部で熔融した銅精鉱粒子が落下しているゾーンに炭材を吹き込めば反応塔での炭材の燃焼を防止でき、かつ熔融した銅

精鉱粒子に捕捉させて反応塔下部のスラグ浴面に侵入させ、炭材のほとんどすべてをスラグ中の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の還元に寄与させることが可能になるため、炭材の添加量を減少させてもスラグ中の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ の過剰生成を防止して自溶炉を操業することが可能となる。

---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 義昭

大分県北海部郡佐賀関町大字関3の3382番

地 日鉱金属株式会社佐賀関製錬所内